

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ БЕСПИЛОТНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Современный городской общественный транспорт на сегодняшний день довольно слабо покрывает потребности современных людей. Из недостатков можно выделить состояние текущего парка транспортных средств, постоянно растущие стоимость содержания и перевозок, отсутствие адаптивности к пассажиропотоку и расхождение времени прибытия транспорта, от времени указанного в расписании.

Программный комплекс направлен на систему с беспилотным пассажирским транспортом сравнительно малой вместимости. Из этого параметра исходят и меньшие габариты транспортного средства, а также его меньшая масса в сравнении с традиционным транспортом, что позволит быть более быстрым и адаптивным к пассажиропотоку. Если людей, ожидающих перевозки будет больше, чем объем одного транспортного средства – можно состыковаться по принципу автопоезда и увеличить объем в n раз [1].

Среда функционирования подобной транспортной системы является, по большей части, изолированной от остальных участников дорожного движения. Благодаря изоляции повысится безопасность проезда для беспилотных транспортных средств, возрастет средняя скорость транспортного средства по маршруту, а также снизится погрешность во времени ожидания пассажирами своего транспорта.

Остановочные пункты отсечены от тротуара турникетами с терминалом, в котором реализовано клиентское приложение для связи с сервером, на котором находится база данных и алгоритм для развозки пассажиров. Через терминал происходит оплата проезда, сравнимо с метро. Для оплаты требуется выбрать остановочный пункт назначения и указать количество пассажиров, после чего эта информация заносится в базу данных.

В базе данных содержится одна таблица, таблица имеет вид матрицы корреспонденций. В матрице корреспонденций $M_z, Z = 1, 2, \dots, n$, каждый элемент m_{ij} определяет число пассажиров, следующих с остановки i на остановку $j, i, j = 1, \dots, k$. Здесь k число остановок одного направления маршрута (рис.1). Очевидно, что элементы матрицы M_z на главной диагонали и под главной диагональю равны нулю, т. к. предполагается, что пассажир не может выйти на остановке, на которой сел, и не может ехать назад.

$$M_Z = \begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} & \dots & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1k} \\ 0 & 0 & m_{23} & \dots & \dots & m_{2j} & \dots & m_{2k} \\ \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{ii+1} & \dots & m_{ij} & \dots & m_{ik} \\ \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 1 – Матрица корреспонденций

Описание алгоритма. Критическая строка представляет собой множество $M_i = \{m_{ii+1}, m_{ii+2}, \dots, m_{in}\}$, которое необходимо разбить на минимальное количество подмножеств n . Для любой i -ой строки матрицы корреспонденций M_Z , возможно сразу указать нижнюю n_{1HG} границу необходимого числа всех инфобусов для вывоза всех пассажиров с i -ой остановки [2].

Разобьем исходное множество на подмножества A и B путем селекции:

$$A = \left\{ m_{ij} \geq \frac{V}{2} \right\}, |A| = n \quad B = \left\{ m_{ij} < \frac{V}{2} \right\}, |B| = p.$$

В итоге элементы подмножеств упорядочены по возрастанию и проиндексированы в новом виде для упрощения, а сами подмножества будут иметь следующий вид:

$$A = \{m_{1A}, m_{2A}, \dots, m_{iA}, \dots, m_{nA}\}, i = \overline{1, n};$$

$$B = \{m_{1B}, m_{2B}, \dots, m_{jB}, \dots, m_{pB}\}, j = \overline{1, p}.$$

После разбиения возможны три варианта отношения между подмножествами:

– вариант 1: $|A| < |B|, n < p$;

– вариант 2: $|A| = |B|, n = p$;

– вариант 3: $|A| > |B|, n > p$.

Рассмотрим каждый из этих вариантов. Вариант 1. Подмножество A является определяющим или задающим. Сочетаться могут только элементы m_{iA} с элементами m_{jB} . Элемент i подмножества A сочетается с элементом j подмножества B при условии, что элемент подмножества B меньше или равен пределу S_i соответствующего элементу подмножества A :

$$S_i = V - m_{iA}.$$

Предположим, что для S_i выполняется неравенство $m_{1B} < S_1 < m_{4B}$. Тогда первый элемент подмножества A может сочетаться со всеми элементами подмножества B меньшими, чем элемент m_{4B} .

В том случае, если на один элемент подмножества B претендуют 2 и более элемента подмножества A , необходимо наиболее оптимально распределить элемент подмножества B . Оптимально будет отдать элемент m_{jB} самому меньшему из конкурирующих элементов m_{iA} . Таким образом, даже если для боль-

ших конкурирующих элементов подмножества A не найдется пары – они способны развозиться отдельно ввиду того, что сами имеют большой объем людей, при этом у пассажиров будет безостановочный проезд до станции их назначения.

После формирования конечных сочетаний элементов m_{iA} с m_{jB} , при условии, что $|A| < |B|$, остаются незадействованные элементы подмножества B . Данные элементы в текущем плане развозки использоваться не будут, они впоследствии «подрастут» и обслужатся в последующих развозах.

Вариант 2. В этом случае оптимальным исходом будет тот, в котором создадутся n сочетаний m_{iA} с m_{jB} . Если задача не решается сразу, необходимо наиболее оптимально распределить элементы подмножества B , распределение выполняется подобно варианту 1. Незадействованные элементы подмножества A будут развозиться, как и в первом варианте.

Вариант 3. Суть данного варианта заключается в том, чтобы постараться свести текущую задачу к одному из двух предыдущих вариантов. Для этого в уже существующем подмножестве A необходимо поднять нижнюю границу для элементов, новая граница находится по формуле:

$$V * D, D = 0,5, a,$$

где V – объем инфобуса; D – коэффициент для новой нижней границы; a – коэффициент эластичности. Коэффициент D является динамическим.

Элементы подмножества A меньшие новой нижней границы переходят в подмножество B , незатронутые элементы остаются в подмножестве A . После формирования обновленных подмножеств задача может свестись к вариантам 1 и 2.

Если же после увеличения порога для элементов подмножества A и последующего распределения элементов по подмножествам выполняется неравенство $|A| > |B|, n > p$, тогда принятые изменения отменяются и формируются все возможные сочетания элементов m_{iA} с m_{jB} . Наивысший приоритет отдается сочетаниям минимальных элементов подмножества A с максимальными элементами подмножества B . Незадействованные элементы m_{iA} и m_{jB} будут задействованы так же, как и в первом варианте.

Список цитированных источников

1. Варелопупо Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопупо. – М. : Транспорт, 1981. – 93 с.

2. Проект Safe Road Trains for the Environment (SARTRE) [Электронный ресурс]. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Safe_Road_Trains_for_the_Environment. – Дата обращения: 19.02.2019.

УДК 004.942

Степанюк Д. Ю., Яшина К. Р.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Акулова О. А.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ 3D-СИМУЛЯЦИИ ЖИДКОСТИ

Моделирование жидкости (fluid simulation) – область компьютерной графики, использующая средства вычислительной гидродинамики для реалистичного моделирования, анимации и визуализации жидкостей, газов, взрывов и других,